

CLIPPEDIMAGE= JP408340666A

PAT-NO: JP408340666A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08340666 A

TITLE: METAL POWDER COMPOSITE SINTERED COMPONENT, METAL  
POWDER EXTRUDER OF  
METAL POWDER COMPOSITE MATERIAL AND METHOD OF EXTRUSION  
MOLDING OF METAL POWDER  
COMPOSITE MATERIAL

PUBN-DATE: December 24, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HOSODA, SHIGEMI  
NAKAMURA, HIDEKI  
KAWAKAMI, AKIRA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI METALS LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07144325

APPL-DATE: June 12, 1995

INT-CL (IPC): H02K019/14;B22F003/02 ;B22F007/00 ;B22F007/06  
;H02K001/22  
;H02K001/27 ;H02K021/14

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a metal powder composite sintered unit  
which is suitable for  
a rotor by a method wherein a composite die is so  
constructed as to have  
through-holes which are kneaded material flow paths and  
have slit-type spaces  
with which a second extruder is linked in order to extrude  
a composite kneaded  
unit.

CONSTITUTION: A plurality of through-holes 2 of which  
kneaded material flow

paths are composed are formed by thin tube-type outer walls 7 in a composite die 1. The kneaded material supplied from the rear is molded so as to have the shapes of the cross-sections of the through-holes 2 and extruded forward. On the other hand, if the other kneaded material is supplied to the outer circumferential part of the composite die 1, the slit-type spaces 3 defined by the outer walls 7 of the through-holes 2 and mandrels 4 are filled with the kneaded material which is molded so as to have the shapes of the cross-sections of the slit-type spaces 3 and extruded forward. If both kneaded material extruded units are made to pass through the composite die 1, as the thin outer walls 7 by which the through-holes 2 and the slit-type spaces 3 are separated from each other do not exist outside the composite die 1, a composite unit is formed. With this constitution, a rotor having a complex shape can be obtained easily as a metal powder composite sintered unit by integral extrusion.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-340666

(43) 公開日 平成8年(1996)12月24日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K 19/14			H 0 2 K 19/14	B
B 2 2 F 3/02			B 2 2 F 7/00	Z
		7/00		A
		7/06		A
H 0 2 K 1/22			H 0 2 K 1/22	A
			1/27	5 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-144325

(22) 出願日 平成7年(1995)6月12日

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 細田 成己

島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社冶金研究所内

(72) 発明者 中村 秀樹

島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社冶金研究所内

(72) 発明者 川上 章

島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社安来工場内

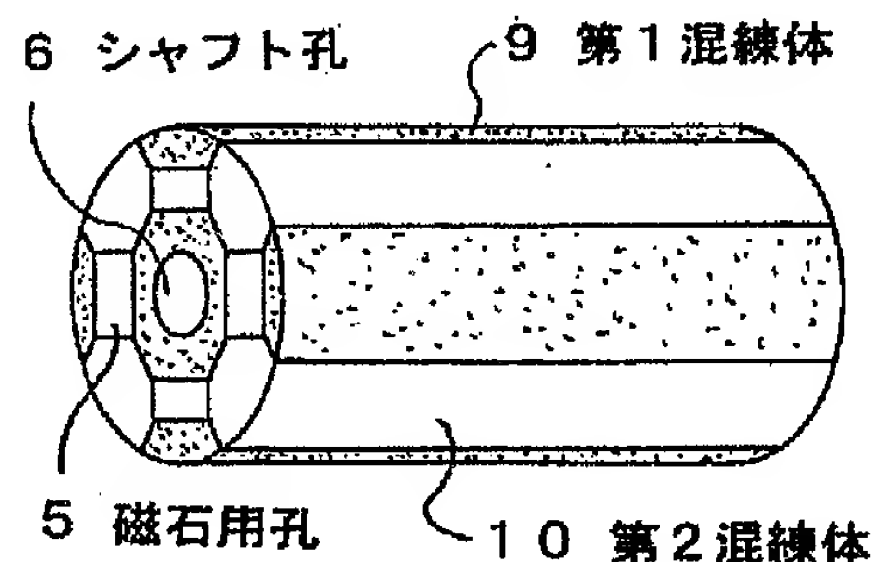
(74) 代理人 弁理士 大場 充

(54) 【発明の名称】 金属粉末複合焼結部品および金属粉末複合材の押出成形装置ならびに金属粉末複合材の押出成形方法

(57) 【要約】

【目的】 層状もしくは放射状に複合した焼結体を製造する金属粉末複合材の押出成形装置および成形方法を提案とともに、同期モータ用ロータに好適な金属粉末複合焼結部品を提供する。

【構成】 金属粉末とバインダの混練体を複合用ダイに向かって押し出す第1の押出装置と、前記混練体とは異なる複合用混練体を押し出す第2の押出装置を具備しており、前記複合用ダイは、第1の押出装置からの混練体流路を構成する貫通孔と、前記複合用ダイの外周部から内部部に向かって形成され、前記貫通孔の下流方法に連続したスリット状空間とを有し、該スリット状空間には前記第2の押出装置が連結され、前記スリット状空間に前記複合用混練体を押し出すことにより複合成形体を得る。これを焼結し、焼結物品を得ることができる。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 断面が外周部から内部にむかって伸びた層状もしくは放射状の異種金属もしくは異種合金の複合領域を有しており、かつ断面に対して深さ方向となる向きに前記複合領域が連続するものであることを特徴とする金属粉末複合焼結部品。

【請求項2】 断面において、複合領域は、外周部に3カ所以上の収れん領域を形成する如く、隣り合う収れん領域に向かって円弧状に連通したものであることを特徴とする請求項1に記載の金属粉末複合焼結部品。

【請求項3】 複合領域は多層に形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の金属粉末複合焼結部品。

【請求項4】 複合領域とその他の領域において、いずれか一方が非磁性領域を形成し、他方が磁性領域を形成することを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の金属粉末複合焼結部品。

【請求項5】 金属粉末とバインダの混練体を複合用ダイに向かって押し出す第1の押出装置と、前記混練体とは異なる複合用混練体を押し出す第2の押出装置を具備しており、前記複合用ダイは、第1の押出装置からの混練体流路を構成する貫通孔と、前記複合用ダイの外周部から中心部に向かって形成され、前記貫通孔の下流方向に連続したスリット状空間とを有し、該スリット状空間には前記第2の押出装置が連結され、前記スリット状空間に前記複合用混練体を押し出すものであることを特徴とする金属粉末複合材の押出成形装置。

【請求項6】 スリット状空間は、貫通孔の下流側から見たときに、前記複合用ダイの外周部に3カ所以上の収れん領域を形成する如く、隣り合う収れん領域に向かって円弧状に連通したものであることを特徴とする請求項5に記載の金属粉末複合材の押出成形装置。

【請求項7】 スリット状空間は多層に形成されていることを特徴とする請求項5または6に記載の金属粉末複合材の押出成形装置。

【請求項8】 複合用ダイの下流側には、該複合用ダイの開口径よりも小さい径を有する圧着用ダイを具備することを特徴とする請求項5ないし7のいずれかに記載の金属粉末複合材の押出成形装置。

【請求項9】 金属粉末とバインダの混練体を複合用ダイの貫通孔に向かって押し出すとともに、前記混練体とは異なる複合用混練体を、前記複合用ダイの外周部から内部に連通したスリット状の空間に押し出し、スリット状に前記複合用混練体を複合させることを特徴とする金属粉末複合材の押出成形方法。

【請求項10】 非磁性金属粉末と磁性金属粉末との複合体を形成することを特徴とする請求項9に記載の金属粉末複合材の押出成形方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、1もしくは複数の複合層として異種の金属または合金の粉末が複合焼結された金属粉末複合焼結部品、およびその製造に適した押出成形装置および、押出成形方法に関わる。

【0002】

【従来の技術】一般に粉末冶金法によって複合材を得る方法としては、押出成形法、熱間静水圧、ホットプレスなどにより複合材を得ることが行われている。押出成形法で金属粉末の複合材を得る方法は、たとえば特開平5-208405号公報にみられるように、2台の押出装置を使用して2層の複合成形体を得た後、焼結して焼結体を得る製造方法が知られている。また、特開昭49-22316号公報には、工具材質の粉末と補強材を円筒カンに入れた後、高温で押出して複合材を得る方法が開示されている。また、特開昭57-98602号公報には、熱間静水圧装置により粉末を圧密し、複合材を得る方法が、さらに、特開昭51-76109号公報には、ホットプレスで粉末を圧密し、複合材を得る方法が開示されている。このような方法のうち、上述した金属粉末の押出装置を用いる特開平5-208405号に記載の方法は、長尺の複合成形体が容易に得られること、あるいは成形体の状態は柔らかく、切断や粗加工が成形体の状態で容易に行うことができるという利点があり有効である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】金属材料の複合化は広い産業分野でニーズがある。例えば、ネジ山を回転させることによってセラミックス粉末や金属粉末あるいは樹脂等を、混合あるいは混練しつつ移動させるスクリュなどでは、表面に耐磨耗性の高いC<sub>60</sub>合金など配置し、内部を靱性の高い合金工具鋼などを配置する必要がある。このような場合は従来は、主として肉盛溶接などの表面処理による手段が採用されており、工数がかかるものであった。また、外形の縁を切刃にするパンチなどでも性能向上と材料費低減の目的から複合化の要求がある。また、電気産業の分野では、特に電気的あるいは磁氣的に異なる材料を複合化する技術、および新しい複合材料のニーズは大きい。その一例を次に説明する。

【0004】最近、ダイナモあるいはモータ分野において、同期式のダイナモあるいはモータが使用されてきている。たとえば、平成7年電気学会全国大会の概要集5-29~30によれば、同期式モータ（シンクロナスモータ）は、図6に示す断面を有する永久磁石21が磁性体19と非磁性体20で構成されるのコア材に埋め込まれた永久磁石埋め込み型のロータ、あるいは図7に示す磁気抵抗効果を利用し磁石を必要としない非磁性体20の層と磁性体19の層の複合構造を有するリアクタンス型のロータが知られている。図6ないし図7に示すロータを有する同期モータは、ブラシもステップリングも不要であり、保守性、制御性に優れていることが知られている。

【0005】このような同期モータにあって、図6に示す永久磁石埋め込み型のロータにあっては、磁束を効率良く漏洩させるために隣合う永久磁石間に非磁性層を形成した複合構造にする必要がある。また、リアクタンス型のロータにあっては、特開平6-311677号に記載されるように、磁気抵抗の異方性を形成するために、図7に示すような、外周部に3カ所以上の収れん領域を形成する如く、隣り合う収れん領域に向かって円弧状に連通したアルミニウム等の非磁性体20の層を形成した複合構造とすることが有効とされている。

【0006】このように、同期モータのロータにおいては、複合構造が要求されるのであるが、特開平6-311677号に記載されるような複合層を別部品として機械的に固着することにより得る方法では、製造工程が煩雑になるという問題がある。本発明者は、モータ用のロータなどは長さ方向の断面がほぼ同じものであることから、上述した特開平5-208405号公報にある2台の押出装置を使用して2層の複合成形体を得た後、焼結して焼結体を得る製造方法を適用を検討した。しかし、上述した装置では単純な平板が重なった2層の複合部品しか得られず、とても上述したロータの製造には使用できないものであった。本発明の目的は、上述したロータの製造にも適用できる新しい金属粉末複合材の押出成形装置ならびに金属粉末複合材の押出成形方法を提案するとともに、上述したロータに対して好適な金属粉末複合焼結部品を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】前述のように単純な同心円状の断面を有する複合材や、単純な平板積層の粉末冶金法による複合材の製造は一部知られていた。ところが、上述したように同期モータ用ロータなどは、断面で見ると外周部から内部にかけて伸びた層状もしくは放射状の複合層を形成することが要求される。本発明はこのような形状的に複雑な組合せの複合化の要求を満足すべく、研究を行った。そして、押出成形法に使用する複合用ダイに設けた貫通孔に、金属粉末とバインダとの混練体を通過させ所定断面に成形するとともに、複合用ダイの外周部から、言い換えれば複合用ダイの側面から、複合用混練体を導入し、所定断面を有し前記貫通孔の下流方向に連続したスリット状空間で複合用混練体を同時に成形し、複合用ダイの出口で一体化する新しい方法を見出した。

【0008】これにより、貫通孔を通過して所定形状に成形された混練体と、スリット状空間を通過して所定形状に成形された複合用混練体とが、複合用ダイで同時に押し出され、複合用ダイの出口で複合成形体とすることが出来るものである。上述したスリット状空間は、複合用ダイの外周部から内部に向かって複合用混練体を供給するものである。したがって、外周部から内部にかけて連続した複合層を得ることが可能となるものである。

【0009】すなわち、本発明の金属粉末複合材の押出成形装置は、金属粉末とバインダの混練体を複合用ダイに向かって押し出す第1の押出装置と、前記混練体とは異なる複合用混練体を押し出す第2の押出装置を具備しており、前記複合用ダイは、第1の押出装置からの混練体流路を構成する貫通孔と、前記複合用ダイの外周部から中心部に向かって形成され、かつ前記貫通孔の下流方向に連続したスリット状空間とを有し、該スリット状空間には前記第2の押出装置が連結され、前記スリット状空間に前記複合用混練体を押し出すものである。

【0010】例えば、本発明の複合用ダイとしては、図2に示す構造を使用することができる。図2のaは本発明の複合用ダイの一例を示す側面図であり、図2のbは、そのA-A断面図である。図2のbにおいては、図面後方から導入された混練体(第1混練体)は、貫通孔2によって断面が貫通孔2の形状に成形され紙面前方に押し出される。一方、複合用ダイ1の外周部に複合用混練体(第2混練体10)を供給すると、貫通孔2の外壁7と図2で破線により示したマンドレル4によって形成されるスリット状空間3に複合用混練体が満たされ、スリット状空間3の断面形状に成形されつつ、図面前方に押し出される。複合用ダイを通過すると貫通孔2とスリット状空間3を隔てる薄い外壁7がなくなり、図1で示す複合体となるものである。

【0011】また、本発明においては、スリット状空間3は、貫通孔の下流側から見たときに前記複合用ダイの外周部に3カ所以上の収れん領域8を形成する如く、隣り合う収れん領域に向かって円弧状に連通したものとすることができる。このようなスリット状空間3を形成する複合用ダイ1としては、例えば図5に示す複合用ダイ1の構成とすることができる。図5においては、aは本発明の複合用ダイの一例を示す側面図であり、図5のbは、そのA-A断面図である。図5のbにおいては、図面後方から導入された混練体(第1混練体9)は、貫通孔2によって断面が貫通孔2の形状に成形され図面前方に押し出される。貫通孔2は、星型断面を有する中央部貫通孔2aと、円弧状断面を有する外周部貫通孔2bで構成され、それぞれの孔形状に成形される。

【0012】一方、複合用ダイ1の外周部に複合用混練体(第2混練体10)を供給すると、貫通孔2の外壁7によってスリット状空間3に複合用混練体は導入される。このスリット状空間は、複合用ダイの外周部に4カ所の収れん領域8を形成する如く、隣り合う収れん領域に向かって円弧状に連通しており、ここに複合用混練体が満たされる。そして、スリット状空間の断面形状に成形されつつ、図面前方に押し出される。そして、複合用ダイを通過すると貫通孔2とスリット状空間3を隔てる薄い外壁7がなくなり、図4で示す複合体となるものである。

【0013】本発明においては、上記図1、図4に示す



形状の成形体だけでなく、スリット状空間は、複合ダイの外周部と連続しておれば良いため、たとえば図8、図9のような成形体をも得ることができ、これらに対応する金属粉末複合焼結体を得ることができる。また、本発明の装置においては、複合用ダイの下流側に、該複合用ダイの開口径よりも小さい径を有する圧着用ダイを具備するようにし、混練体と複合用混練体とを圧着することが望ましい。

【0014】また、本発明の複合材の成形方法は、たとえば上述した本発明の成形装置を使用して行われる方法であって、金属粉末とバインダの混練体をダイスの貫通孔に向かって押し出すとともに、前記混練体とは異なる複合用混練体を、前記ダイスの外周部から内部に連通したスリット状の空間に押し出し、スリット状に複合用金属を複合させるものである。

【0015】このような本発明の金属粉末複合材の押出成形装置により、断面が外周部から内部に向かって伸びた層状もしくは放射状の異種金属もしくは異種合金の複合領域を有しており、かつ断面に対して深さ方向となる向きに前記複合領域が連続するものである本発明の新規な金属粉末複合焼結部品を得ることができる。

【0016】また、非磁性金属粉末よりなる混練体と磁性金属粉末よりなる混練体とを複合させ、複合領域とその他の領域において、いずれか一方が非磁性領域を形成し、他方が磁性領域を形成するようにすれば、内部から外部周に連通する磁路の形成あるいは磁束の短絡を防ぐ非磁性層を形成することができる。また、磁気抵抗を利用するリアクタンス型のモータ用のロータとしては、図4に示すように、複合領域は、外周部に3カ所以上（図4では4カ所ある）の収れん領域を形成する如く、隣り合う収れん領域に向かって円弧状に連通したものとし、さらに複合領域は多層に形成することが好ましい。

【0017】

【作用】本発明の金属粉末複合焼結部品の最大の特徴とするところは、断面が外周部から内部に向かって伸びた層状もしくは放射状の異種金属もしくは異種合金の複合領域を有する部品を金属粉末複合焼結体として得たことである。すなわち本発明は、金属粉末複合焼結体であり、機械的に複合しなくても焼結成形体を成形する時点で一体ものとして製造できるため、製造工数を大幅に低減することが可能となる。さらに、焼結により一体となっているため、モータ用のロータなどの回転部品として使用したときの慣性力で、剥離したり変形したりすることがなく、保安性に優れたものとなる。

【0018】また、外周部に3カ所以上の収れん領域を形成する如く、隣り合う収れん領域に向かって円弧状に連通した図4に示すような断面形状の長尺品は、たとえば磁気抵抗を利用するリアクタンスモータのロータとして使用可能であり、部品点数が極めて多い従来のロータに比べて、部品点数や製造工数を低減する効果は著しい

ものとなる。

【0019】また、本発明の押出成形装置の最大の特徴の一つは、上述したように複合用ダイに対して、外周部から中心部に向かって形成したスリット状空間を形成したことにある。このスリット空間に第2の押出装置を組み合わせれば、スリット状空間に第2の押出装置により第1の押出装置により押し出される混練体と第2の押出装置により押し出される混練体とが複合される。より具体的には、貫通孔の外壁を薄肉の形状とし、これを変形あるいは分割することにより、ダイの外周部から中心部に向かって窪んだスリット状空間、例えば図2に示すスリット状空間3、を形成することが可能である。なお、第2の押出装置からの混練体を上述したスリット状空間に供給して、複合化するためには、その空間は、複合用ダイの下流方向に連続したスリット状空間にする必要がある。

【0020】また、スリット状空間を、貫通孔の下流側から見たときに、たとえば、図4に示すように、前記ダイスの外周部に3カ所以上の収れん領域、（図4にあっては4カ所）を形成する如く形成し、貫通孔を分割し、かつスリット状空間を多層に形成することが可能である。図6あるいは図7に示す断面とすることが必要な複合体において、貫通孔にパーマロイ等の磁性粉末を含む混練体を押し出し、スリット状空間にオーステナイト系ステンレスなどの非磁性粉末を押し出せば、モータのロータ等として有効である。

【0021】また、本発明においては、第1混練体と第2混練体が別々に成形されることから貫通孔を通過した第1混練体と、スリット状空間を通過した第2混練体とを十分に圧着させることが望ましい。これは圧着が不十分であると、押出成形後の焼結過程において剥離したりする可能性があるからである。たとえば、複合用ダイの下流側に、該複合用ダイの開口径よりも小さい径を有する圧着用ダイを具備することにより、貫通孔を通過した混練体と、スリット状空間を通過した材料とを十分に圧着させることが可能となる。具体的には、例えば図2で示す複合用ダイ1の開口径D1に対して、本発明の装置の一例を示す押出成形装置の図3における圧着用ダイ18の開口径D2をD1>D2の関係を満たすようにすることが好ましい。

【0022】

【実施例】

（実施例1）図2は、図1に示す磁石埋め込み型の同期モータ用ロータコア形状の焼結体を得るための、本発明の金属粉末複合材の押出成形装置の主要部を構成する複合用ダイ1の形状の一例を示す図である。図2において、aは複合用ダイ1の側面図、bは複合用ダイ1のA-A断面図である。複合用ダイ1は、第1の金属粉末とバインダとの混練体（以下第1混練体9という）流路を構成する複数の貫通孔2が薄肉の管状の外壁7で形成されて

いる。図2のbにおいては、図面後方から導入された混練体(第1混練体9)は、貫通孔2によって断面が貫通孔2の形状に成形され図面前方に押し出される。

【0023】一方、複合用ダイ1の外周部に複合用混練体(第2混練体10)を供給すると、貫通孔2の外壁7と図2で破線により示したマンドレル4によって形成されるスリット状空間3に複合用混練体が満たされ、スリット状空間3の断面形状に成形されつつ、図面前方に押し出される。複合用ダイを通過すると貫通孔2とスリット状空間3を隔てる薄い外壁7がなくなり、図1で示す複合体となるものである。なお、複合体として、図1に示す磁石埋め込み型の同期モータ用ロータコアとするためには、磁石を挿入する磁石用孔5と、かつシャフトのために中央にシャフト孔6を貫通させる必要があるため、図2において波線で示すマンドレル4と組み合わせて使用した。

【0024】図3は、上述した図2に示す複合用ダイ1を装着した本発明の金属粉末複合材の押出成形装置の具体的な装置例を示すものである。図3において、第1の押出装置11は、シリンダ12とスクリュ13によって、第1混練体を押し出す装置であり、第1混練体9は、第1導入路14を通して、複合用ダイ1の貫通孔2に導入される。第2の押出装置15は、シリンダ12とスクリュ13によって、第2混練体10を押し出す装置であり、第2混練体10は、第1導入路の外周に形成された第2導入路16を通して、複合用ダイ1の外周より、複合用ダイ1のスリット状空間3に導入されるものである。図3に示すように、複合用ダイ1には、押出成形装置の押出口17まで延長されたマンドレル4が組み合わされており、磁石用孔5と、かつシャフトのために中央にシャフト孔6を形成可能になっている。複合用ダイ1により、上述したように複合体が成形された後、複合用ダイ1の下流側に位置する押出口17に設けられた複合用ダイ1よりも開口径を小さくした圧着用ダイ18により、圧着され成形が完了するものである。

【0025】具体的に、第1混練体に使用する金属粉末を強磁性体であるJIS PCで規定されたパーマロイ粉末を用い、第2混練体としてJIS SUS305で規定された非磁性のオーステナイト粉末を用いて、図3の装置を使用して押出成形を行った。このとき、図2に示すダイスの開口径D1、すなわち複合用ダイ1に形成した貫通孔の外接円の径を26mmとし、圧着用ダイ14の開口径D2を20mmに設定した。得られた成形体を脱脂後、1220℃で水素雰囲気中で焼結したところ、相対密度96%の図1で示す4層の非磁性体の領域が外周部から内部に伸びた複合焼結体を得ることができた。

【0026】(実施例2)図5は、図4に示すリアクタンス型の同期モータ用ロータコア形状の焼結体を得るための、本発明の金属粉末複合材の押出成形装置の主要部を構成する複合用ダイ1の形状の一例を示す図である。

図5において、aは複合用ダイ1の側面図、bは複合用ダイ1のA-A断面図である。図5のbにおいては、図面において説明すると、図面後方から導入された混練体(第1混練体9)は、貫通孔2によって断面が貫通孔2の形状に成形され図面前方に押し出される。貫通孔2は、星型断面を有する中央部貫通孔2aと、円弧状断面を有する外周部貫通孔2bで構成され、それぞれの孔形状に成形される。

【0027】一方、複合用ダイ1の外周部に複合用混練体(第2混練体10)を供給すると、貫通孔2の外壁7によって形成され、複合用ダイの外周部に4カ所の収れん領域8を形成する如く、隣り合う収れん領域に向かって円弧状に連通したスリット状空間3に、複合用混練体が満たされる。そして、スリット状空間の断面形状に成形されつつ、図面前方に押し出される。そして、複合用ダイを通過すると貫通孔2とスリット状空間3を隔てる薄い外壁7がなくなり、図4で示す複合体となるものである。すなわち、複合用ダイ1に、第1の混練体と第2の混練体を同時に押し出すことにより、リアクタンス型の同期モータ用ロータコアに必要な断面円弧状の積層構造の複合体が形成されるものである。なお、複合体として、図4に示すスリット状空間は、リアクタンス型の同期モータ用ロータコアとするためには、シャフトのために中央にシャフト孔6を貫通させる必要があるため、図2において波線で示す、マンドレル4と組み合わせて使用した。

【0028】実施例1の図3に示した金属粉末複合材の押出成形装置の、マンドレル4を中央のシャフト孔6用のみとし、図5に示す複合用ダイ1に取り替えて、図5に示すリアクタンス型の同期モータ用ロータコア用の金属粉末複合材の押出成形装置を構成した。この装置を用いて、具体的に、第1混練体使用する金属粉末を強磁性体であるJIS PCで規定されたパーマロイ粉末を用い、第2混練体としてJIS SUS305で規定された非磁性のオーステナイト粉末を用いて、押出成形を行った。このとき、図2に示すダイスの開口径D1、すなわち複合用ダイ1に形成した貫通孔の外接円の径を26mmとし、圧着用ダイ14の開口径D2を20mm、積層部の層厚さdを1mmに設定した。得られた成形体を脱脂後、1220℃で水素雰囲気中で焼結したところ、密度95%の図4で示す複合焼結体を得ることができた。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、断面における複合材の組合せが複雑な形状のもの、例えば外周部から内部に向かって伸びた層状もしくは放射状の異種金属もしくは異種合金の複合領域を有し、かつこの複合領域が断面に対して深さ方向に連続した部品を金属粉末複合焼結体として簡単な押出成形工程を経ることで得ることが可能である。したがって、表面に硬質層を深く形成する必要がある各種工具、あるいは磁氣的または電氣的に複雑な複合



体が要求される同期モータのロータ等の電磁気材料を焼結一体品として得ることが可能となる。したがって、従来のように別々の部品を予め製造し、機械的に組み立てる手法に比べて、部品点数や製造工数を大きく減らすことができ、工業上有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の金属粉末複合焼結部品の形状の一例を示す図である。

【図2】本発明の金属粉末複合押出成形装置の主要部となる複合用ダイの一例を示す図である。

【図3】本発明の金属粉末複合押出成形装置の一例を示す図である。

【図4】本発明の金属粉末複合焼結部品の形状の別の例を示す図である。

【図5】本発明の金属粉末複合押出成形装置の主要部となる複合用ダイの別の例を示す図である。

【図6】磁石埋め込み型の同期モータ用ロータコアの構成を説明する図である。

【図7】リアクタンス型の同期モータ用ロータコアの構成を説明する図である。

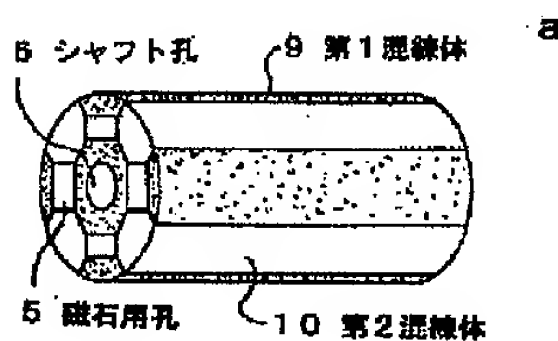
【図8】本発明の金属粉末焼結部品の形状の別の例を示す図である。

【図9】本発明の金属粉末焼結部品の形状の別の例を示す図である。

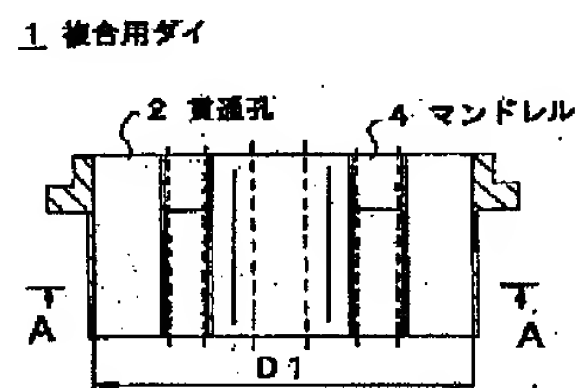
【符号の説明】

- 10 1 複合用ダイ、2 貫通孔、3 スリット状空間、4 マンドレル、5 磁石用孔、6 シャフト孔、7 外壁、8 収れん領域、9 第1混練体、10 第2混練体、11 第1の押出装置、12 シリンダ、13 スクリュ、14 第1導入路、15 第2の押出装置、16 第2導入路、17 押出口、18 圧着用ダイ、19 磁性体、20 非磁性体、21 永久磁石

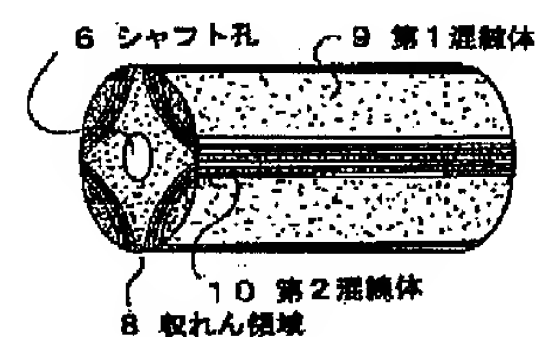
【図1】



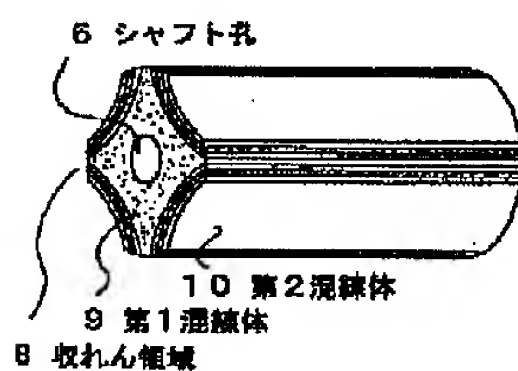
【図2】



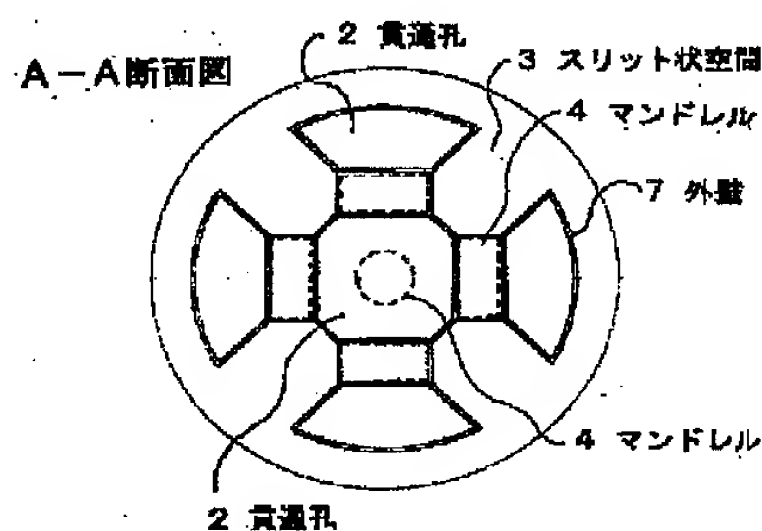
【図4】



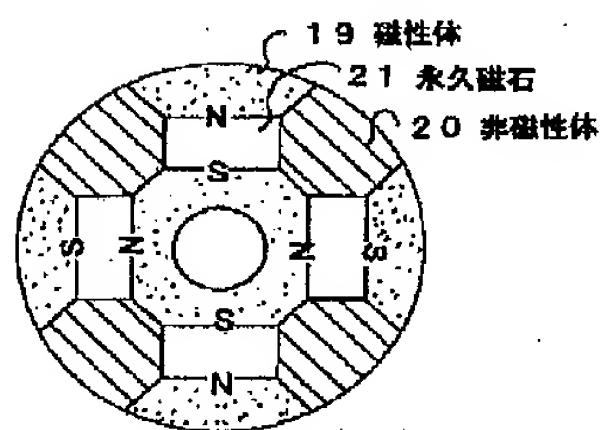
【図9】



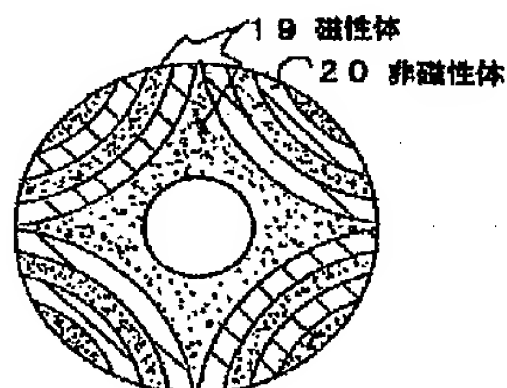
b



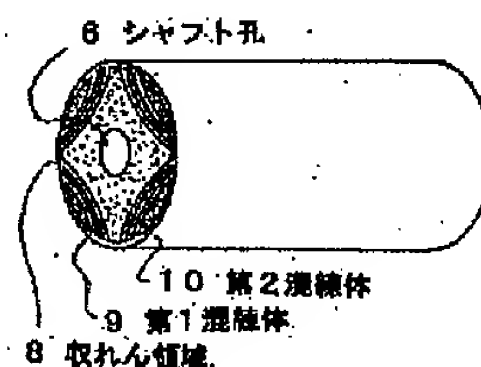
【図6】



【図7】

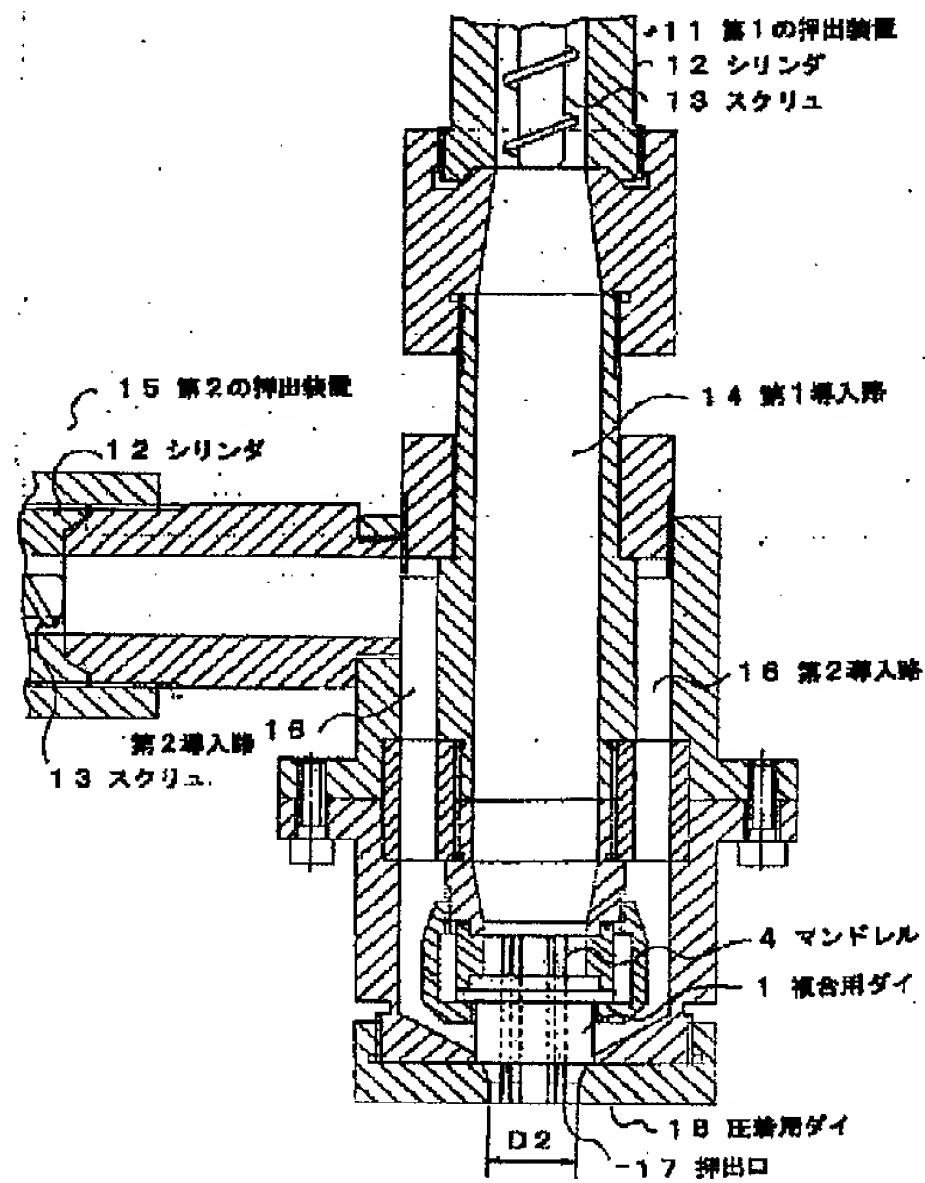


【図8】

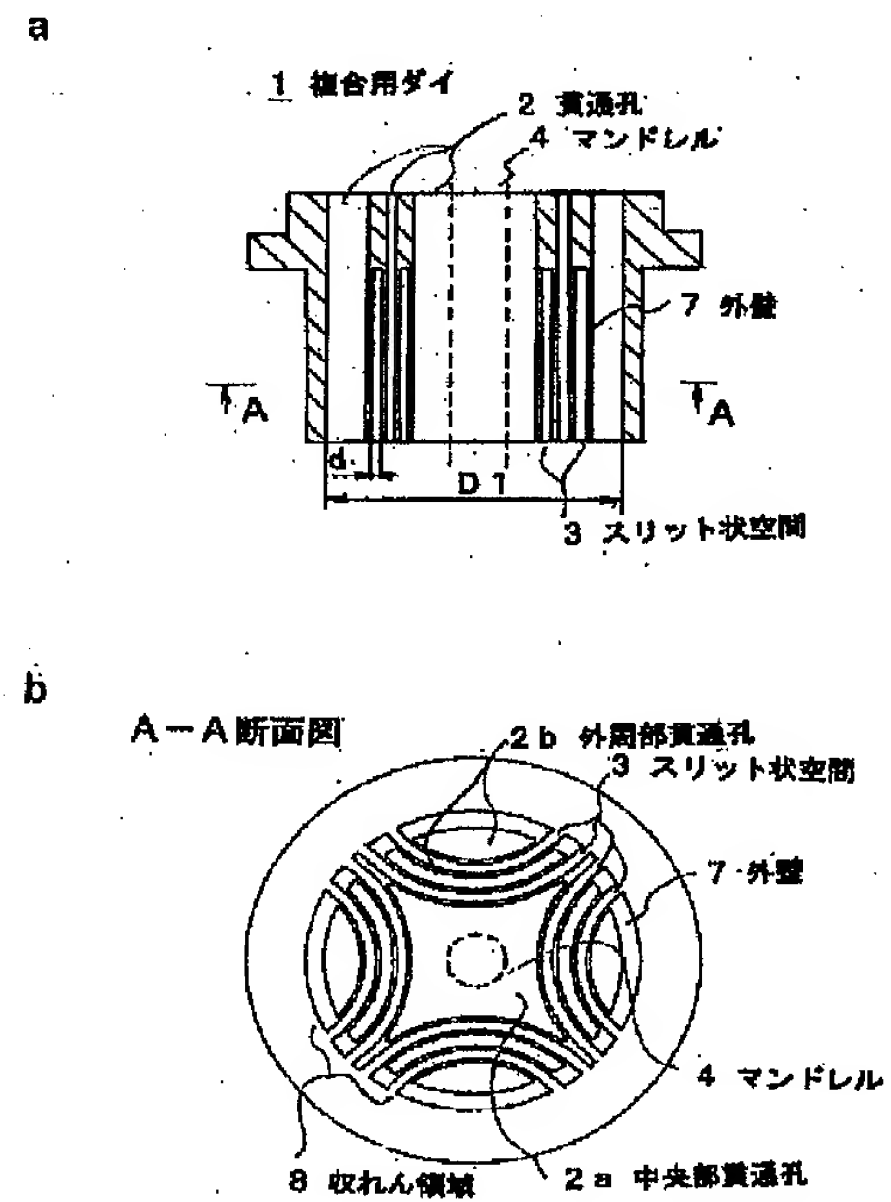




【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>H02K 1/27  
21/14

識別記号

501

片内整理番号

FI

H02K 21/14  
B22F 3/02

技術表示箇所

M  
P

PTO 03-2465

CY=JP DATE=19961224 KIND=A  
PN=08-340666

METAL POWDER COMPOSITE SINTERED COMPONENT,  
METAL POWDER EXTRUDER FOR METAL POWDER COMPOSITE MATERIAL AND  
METHOD FOR EXTRUSION MOLDING OF METAL POWDER COMPOSITE MATERIAL  
[KINZOKU FUNMATSU FUKUGO SHOKETSU BUHIN OYOBI  
KINZOKU FUNMATSU FUKUGOZAI NO OSHIDASHI SEIKEI SOCHI NARABI NI  
KINZOKU FUNMATSU FUKUGOZAI NO OSHIDASHI SEIKEI HOHO]

Shigemi Hosoda, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. April 2003

Translated by: FLS, Inc.

PUBLICATION COUNTRY	(10): JP
DOCUMENT NUMBER	(11): 08340666
DOCUMENT KIND	(12): A
PUBLICATION DATE	(43): 19961224
PUBLICATION DATE	(45):
APPLICATION NUMBER	(21): 07144325
APPLICATION DATE	(22): 19950612
ADDITION TO	(61):
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51): H02K 19/14; B22F 3/02; B22F 7/00; B22F 7/06; H02K 1/22; H02K 1/27; H02K 21/14
DOMESTIC CLASSIFICATION	(52):
PRIORITY COUNTRY	(33):
PRIORITY NUMBER	(31):
PRIORITY DATE	(32):
INVENTOR	(72): HOSODA; SHIGEMI, ET AL.
APPLICANT	(71): HITACHI METALS, LTD.
TITLE	(54): METAL POWDER COMPOSITE SINTERED COMPONENT, METAL POWDER EXTRUDER FOR METAL POWDER COMPOSITE MATERIAL, AND METHOD FOR EXTRUSION MOLDING OF METAL POWDER COMPOSITE MATERIAL
FOREIGN TITLE	[54A]: KINZOKU FUNMATSU FUKUGO SHOKETSU BUHIN OYOBI KINZOKU FUNMATSU FUKUGOZAI NO OSHIDASHI SEIKEI SOCHI NARABI NI KINZOKU FUNMATSU FUKUGOZAI NO OSHIDASHI SEIKEI HOHO



(54) [Title of the Invention]

/1\*

Metal Powder Composite Sintered Component, Metal Powder Extruder for Metal Powder Composite Material, and Method for Extrusion Molding of Metal Powder Composite Material

[Claims]

/2

[Claim 1] A metal powder composite sintered component characterized by having lamellar or radial heterogeneous metallic or heterogeneous alloy composite regions at the cross section and extending from the outer circumferential part to the interior, and the aforesaid composite regions are directed continuously perpendicular to the cross sections.

[Claim 2] The metal powder composite sintered component of Claim 1 characterized by the composite regions being linked in arc shapes at a cross section to the convergent regions adjoining each other so that at least three convergent regions are formed.

[Claim 3] The metal powder composite sintered component of Claim 1 or 2 characterized by multiple layers of the composite regions being formed.

[Claim 4] The metal powder composite sintered component of any of Claim 1 to 3 characterized by a nonmagnetic region being formed in either a composite region or a different region and a magnetic region being formed in the other region.

[Claim 5] An extrusion molding device for a metal powder composite material characterized by being equipped with a 1<sup>st</sup> extruder for extruding a kneaded unit comprising a metal powder and a binder and a 2<sup>nd</sup> extruder for extruding a kneaded unit for compositing that is different from the

---

\* Number in the margin indicates pagination in the foreign text.

aforesaid kneaded unit; the aforesaid composite die having through-holes composing a kneaded unit flow pass from the 1<sup>st</sup> extruder and having continuous slit-shaped spaces that are downstream from the aforesaid through-holes; the aforesaid 2<sup>nd</sup> extruder being consolidated with said slit-shaped spaces; and the aforesaid composite kneaded unit being extruded between the aforesaid slit-shaped spaces.

[Claim 6] The extrusion molding device for a metal sintered composite material of Claim 5 characterized by the slit-shaped spaces being linked in arc shapes toward adjacent convergent regions so that at least three convergent regions are formed at the outer circumferential part of the aforesaid composite die when viewed from the downstream side of the through-holes.

[Claim 7] The extrusion molding device for a metal powder composite material of Claim 5 or 6 characterized by multiple layers of the slit-shaped spaces being formed.

[Claim 8] The extrusion molding device for a metal sintered composite material of any of Claims 5 to 7 characterized by a crimping die having a diameter smaller than the diameter of the opening of said composite die being equipped on the downstream side of the composite die.

[Claim 9] A method for extrusion molding of a metal powder composite material characterized by extruding a kneaded unit comprising a metal powder and a binder toward the through-holes of a composite die, extruding a composite kneaded unit that is different from the aforesaid kneaded unit through the slit-shaped spaces linking the outer circumferential part of the aforesaid composite die to the interior, and compositing the

aforesaid compositing kneaded units into slit shapes.

[Claim 10] The method for extrusion molding of a metal powder composite material of Claim 9 characterized by molding a composite comprising a nonmagnetic metal powder and a magnetic metal powder.

[Detailed Specifications]

[0001] [Field of Industrial Application]

The present invention relates to a metal powder composite sintered component, an extrusion molding device suitable for its manufacture, and a method for extrusion molding wherein different kinds of metal or alloy powders are composited and sintered in one or more layers.

[0002] [Prior Art]

Methods for obtaining composite materials are generally performed by means of powder metallurgy methods in which composite materials are obtained in extrusion molding methods and by hot isostatic or hot pressing.

A method of manufacture in which a 2-layer composite molding is obtained by using two extruders after which it is sintered to obtain a sintered compact is known for a method for obtaining a composite material in an extrusion molding method, as seen in the publication of Tokkai No. 5-208405.

A method in which a composite material is obtained by charging a cylindrical can with a tool quality powder and a reinforcing material, which is subsequently extruded at a high temperature is disclosed in the publication of Tokkai No. 49-22316. Moreover, a method in which a powder is consolidated using a hot isostatic press to obtain a composite material is disclosed in the publication of Tokkai No. 57-98602, a method in which a metal is consolidated using a hot press to obtain a composite material is disclosed



in the publication of Tokkai No. 51-76109. Of these methods, the method in Tokkai No. 5-208405, in which the aforementioned metal power extruder is used, is advantageous and effective because a long composite molding can be obtained easily, or cutting and rough machining can be performed easily if the molding is soft.

[0003] [Problems to be Solved by the Invention]

There is a need for compositing of metal materials in a wide number of industrial fields. For example, it is necessary to dispose a Co alloy or the like having high wear resistance on the surface using a screw or the like which moves while mixing or kneading ceramic powders, metal powders, resins, etc. with the rotation of its screw threads and dispose a highly tenacious alloy tool steel or the like therein. In this case, in the past a means using a surface treatment, such as build-up welding, was primarily employed for this, which took man-hours. Moreover, compositing is required for the purpose of improving the performance and reducing the material cost of punching or the like to cut the outside edges. In addition, the need for techniques for compositing electrically and magnetically different materials and new composite materials is particularly high in the electrical industrial fields. An example thereof is explained next.

[0004] In the fields of dynamos and motors, synchronous dynamos or motors have been used recently. For example, according to IEE Japan 2002 General Assembly Abstracts, 529-30, a permanent magnet embedded-type rotor in which a permanent magnet **21** having the cross section shown in Figure 6 is embedded in a core material composed of a magnetic substance **19** and

a nonmagnetic material **20**, or a reactance-type rotor having a composite structure utilizing the magnetic resistance effects shown in Fig. 7 without needing a magnet and containing a nonmagnetic material **20** layer and a magnetic substance **19** is known for a synchronous motor. It is known that synchronous motors having the rotors shown in Figs. 6 and 7 do not need brushes or step rings, and they are superior in maintenance and controllability.

[0005] Of these synchronous motors, it is necessary to make the /3 permanent magnetic embedded-type rotor shown in Fig. 6 a composite structure in which the nonmagnetic layer is formed between adjacent permanent magnets in order to allow the magnetic flux to leak highly efficiently. Moreover, it is effective to make the reactance-type rotor a composite structure in which a layer of the nonmagnetic material **20**, such as aluminum, linked in arc shapes toward convergent regions adjoining each other are formed so that at least three convergent regions are formed at the outer circumferential part, as shown in Fig. 7, in order to form anisotropic magnetic resistance, as described in Tokkai No. 6-311677.

[0006] Even though the rotors of synchronous motors require composite structures, there are problems in the method in which a composite layer is obtained by mechanically fixing it as a separate component, as described in Tokkai No. 6-311677, because the manufacturing process is complicated. Since the cross section in the longitudinal direction is nearly the same among rotors for motors, the inventors of the present invention investigated the applications of methods of manufacture in which a sintered compact is obtained by obtaining the 2-layer composite molding by using two extruders

and subsequently sintering it in the aforementioned publication of Tokkai No. 5-208405. However, only a 2-layer composite component in which single flat plates were superpositioned was obtained by using the aforementioned extrusion mold device and it could not be used in the manufacture of the aforementioned rotors. The object of the present invention is to propose a new extrusion molding device for a metal powder composite material able to be applied to the manufacture of the aforementioned rotors, and a method for extrusion molding of a metal powder composite material, and at the same time, obtain a suitable metal powder composite sintered component for the aforementioned rotors.

[0007] [Means for Solving the Problems]

The manufacture of a composite material having a simple concentric cross section and a composite material for a simple plate laminate by a powder metallurgy method have been known, as mentioned above. However, for the rotors for synchronous motors, as mentioned above, and the like, it is necessary to form a lamellar or radial composite layer extending from the outer circumferential part to the interior as seen along the cross section. The inventors of the present invention performed research in order to satisfy the requirements for compositing a complicated combination, depending on the shape. And so they discovered a new method for molding a kneaded unit comprising a metal powder and binder into a predetermined cross section by passing it through the through-holes provided in a composite die used in extrusion molding methods, and at the same time, introducing a kneaded unit for compositing from the outer circumferential part of the composite die, i.e., the flank of the composite



die, and molding the kneaded unit for compositing simultaneously through the slit-shaped spaces having a predetermined cross section and linked downstream from the aforesaid through-holes.

[0008] The kneaded unit molded into a predetermined shape through the through-holes and the kneaded unit for compositing molded into a predetermined shape through the slit-shaped spaces are extruded simultaneously by the composite die, enabling a composite molding to be obtained through the outlet of the composite die. The kneaded unit for compositing is supplied through the aforementioned slit-shaped spaces directed from the outer circumferential part to the interior of the composite die. Therefore, it is possible to obtain a continuous composite layer from the outer circumferential part to the interior.

[0009] That is, the extrusion molding device for a metal powder composite material of the present invention is equipped with a 1<sup>st</sup> extruder for extruding a kneaded unit comprising a metal powder and a binder and a 2<sup>nd</sup> extruder for extruding a kneaded unit for compositing that is different from the aforesaid kneaded unit; the aforesaid composite die has through-holes composing a kneaded unit flow pass from the 1<sup>st</sup> extruder and continuous slit-shaped spaces that are downstream from the aforesaid through-holes; the aforesaid 2<sup>nd</sup> extruder is consolidated with said slit-shaped spaces; and the aforesaid composite kneaded unit is extruded between the aforesaid slit-shaped spaces.

[0010] For example, the structure shown in Fig. 2 can be used for the composite die of the present invention. Figure 2(a) is a side view showing an example of the composite die of the present invention and Figure

2(b) is an A-A cross section thereof. In Fig. 2(b), the kneaded unit (1<sup>st</sup> kneaded unit) introduced from the back, as seen in the drawing, is molded into the shape of the cross section of the through-holes 2 and extruded through the through-holes 2. Meanwhile, if the kneaded unit for compositing (2<sup>nd</sup> kneaded unit 10) is supplied to the outer circumferential part of the die 1 for compositing, the slit-shaped space 3 defined by the outer walls 7 of the through-holes 2 and a mandrel 4 shown by the dashed line in Fig. 2 is filled with the kneaded unit for compositing, which is extruded forward, as seen in the drawing, as it is molded into the cross-sectional shape of the slit-shaped spaces 3. The thin outer walls 7 partitioning the through-holes 2 and the slit-shaped spaces 3 are removed as the kneaded units pass through the composite die and the composite shown in Fig. 1 is obtained.

[0011] Moreover, in the present invention, the slit-shaped spaces 3 can be linked in arc shapes toward the convergent regions adjoining each other so that at least three convergent regions 8 are formed at the outer circumferential part of the aforesaid composite die, as seen from the downstream side of the through-holes. The composite die 1 forming these slit-shaped spaces 3 may have the structure of the composite die 1 shown in Fig. 5, for example. Figure 5(a) is a side view showing an example of a composite die of the present invention and Fig. 5(b) is an A-A cross section thereof. In Fig. 5(b), the kneaded unit introduced from the rear, as seen in the drawing (1<sup>st</sup> kneaded unit 9), is molded into the shape of the cross sections of the through-hole 2 and extruded forward,

as seen in the drawing, through the through-holes **2**. The through-holes **2** are composed of a center through-hole **2a** and an outer circumferential part through-hole **2b** having an arc-shaped cross section, having been molded into these respective hole shapes.

[0012] Meanwhile, if the kneaded unit for compositing (2<sup>nd</sup> kneaded unit **10**) is supplied to the outer circumferential part of the composite die **1**, the kneaded unit for compositing is introduced through the slit-shaped spaces **3** from the outer wall **7** of the through-hole **2**. These slit-shaped spaces are linked in arc shapes toward the convergent regions adjoining each other so that four convergent regions **8** are formed at the outer circumferential part of the composite die, and this is filled with the kneaded unit for compositing. Then, as the kneaded unit is molded into the cross-sectional shapes of the slit-shaped spaces, it is extruded forward, as seen in the drawing. Then, the thin outer walls **7** partitioning the through-holes **2** and the slit-shaped spaces **3** are removed as the kneaded unit passes through the composite die to become the composite shown in Fig. 4.

[0013] Not only the composites having the shapes shown in Figs. 1 and 4, but the composites as seen in Figs. 8 and 9 also can be /4 obtained in the present invention, for example, since the slit-shaped spaces should be continuous to the outer circumferential part of the composite die. Moreover, it is desirable that the device of the present invention be equipped with a crimping die having a smaller diameter than that of the opening of the composite die on the downstream side of the composite die to crimp the kneaded unit to the kneaded unit for compositing.



[0014] Moreover, the method for molding the composite material of the present invention is a method performed by using the aforementioned molding device of the present invention, for example. A kneaded unit comprising a metal powder and a binder is extruded toward the through-holes of a composite die, a composite kneaded unit that is different from the aforesaid kneaded unit is extruded through the slit-shaped spaces linking the outer circumferential part of the aforesaid composite die to the interior, and the aforesaid compositing kneaded units are composited into slit shapes.

[0015] By using this extrusion molding device for a metal powder sintered material of the present invention, the novel metal powder composite sintered component of the present invention having lamellar or radial heterogeneous metal or alloy composite regions whose cross sections extend from the outer circumferential part to the interior and the aforesaid composite regions are continuous in the direction perpendicular to the cross section may be obtained.

[0016] Moreover, if a kneaded unit comprising a nonmagnetic metal powder and a kneaded unit comprising a magnetic metal powder are composited, with a nonmagnetic region being formed in either the composite region or the other region and a magnetic region being formed in the remaining region, a nonmagnetic layer can be formed, preventing formation of a magnetic circuit linking the interior to the outer circumferential part and preventing the magnetic flux from short circuiting. Moreover, it is preferable to link the composite regions in arc shapes toward convergent regions adjoining each other, as shown in Fig. 4, so that at least three convergent regions are formed at the outer circumferential part (four places in Fig. 4),

thus forming the composite regions in multiple layers.

[0017] [Operation]

A primary characterization of the metal powder composite sintered component of the present invention is that a component having lamellar or radial heterogeneous metallic or heterogeneous alloy composite regions at the cross section and extending from the outer circumferential part to the interior is obtained as metal powder sintered composite. That is, the present invention is a metal powder composite sintered compact.

Since it can be manufactured as an integrated one at the point when the sintered molding is molded even without a mechanical compositing, it is possible to reduce the man-hours for manufacture substantially.

Furthermore, it becomes integrated by sintering; hence, it does not peel or deform due to the inertial forces when it is used as a rotating member, such as a rotor for a motor, with high security.

[0018] Moreover, a product with a long cross-sectional shape linked in arc shapes toward the convergent regions adjoining each other so that at least three convergent regions are formed at the outer circumferential part can be used as a rotor for a reactance motor utilizing magnetic resistance, for example, as shown in Fig. 4. The effect for reducing the number of components as well as the number of man-hours for manufacturing is more remarkable than with a conventional rotor having an extremely large number of components.

[0019] Moreover, another primary characterization of the extrusion molding device of the present invention is forming slit-shaped spaces from the outer circumferential part to the center with respect to the

composite die as mentioned above. Due to the combined effect of the 2<sup>nd</sup> extruder with this slit-shaped space, the kneaded unit extruded from the 1<sup>st</sup> extruder and the kneaded unit extruded from the 2<sup>nd</sup> extruder are composited through the slit-shaped spaces using the 2<sup>nd</sup> extruder. More specifically, it is possible to form sunken slit-shaped spaces between the outer circumferential part and the center of the die, e.g., the slit-shaped spaces 3 shown in Fig. 2 by making the outer walls of the through-holes thin to deform or partition them. Moreover, in order to composite the kneaded unit from the 2<sup>nd</sup> extruder by supplying it through the aforementioned slit-shaped spaces, it is necessary that those spaces be continuous downstream from the composite die.

[0020] Moreover, it is possible to form the slit-shaped spaces so that, as shown in Fig. 4, three convergent regions (four in Fig. 4) are formed at the outer circumferential part of the aforesaid die as seen from the downstream side of the through-holes, and then partition the through-holes to form multiple layers of slit-shaped spaces. A composite capable of being obtained with the cross section shown in Fig. 6 or 7 is effective as a rotor for a motor or the like if a kneaded unit containing a magnetic powder, such as Permalloy, is extruded through the through-holes and if a nonmagnetic powder, such as an austenite stainless steel powder, is extruded through the slit-shaped spaces.

[0021] Moreover, in the present invention, it is desirable to crimp the 1<sup>st</sup> kneaded unit that passed through the through-holes and the 2<sup>nd</sup> kneaded unit that passed through the slit-shaped spaces sufficiently since the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> kneaded units are molded separately. This is because there



is the possibility that they will peel apart in the sintering step after the extrusion molding step if the crimping is inadequate. For example, by equipping a crimping die having a smaller diameter than that of the opening of the composite die on the downstream side of the composite die, it is possible to crimp the kneaded unit that passed through the through-holes to the material that passed through the slit-shaped spaces sufficiently.

Specifically, it is preferable to satisfy the relationship  $D1 > D2$  between the opening diameter **D2** of the crimping die **18** in Figure 3 of the extrusion molding device showing an example of the device of the present invention and the opening diameter **D1** of the composite die **1**, for example shown in Figure 2.

[0022] [Practical Examples]

(Practical Example 1)

Figure 2 is a drawing showing an example of the shape of the composite die **1** composing the principal part of the extrusion molding device for the metal powder composite material of the present invention, which is shown in Fig. 1, for obtaining the rotor core-shaped sintered compact for a magnet-embedded synchronous motor. Figure 2(a) is a side view of the composite die **1** and (b) is an A-A cross section of the composite die **1**. The plurality of through-holes **2** composing the flow path for the kneaded unit of 1<sup>st</sup> metal powder and binder (called 1<sup>st</sup> kneaded unit **9** below) of the composite die **1** are formed by the thin outer walls **7**. In Fig. 2(b), the kneaded unit introduced from the back, as seen in the drawing /5 (1<sup>st</sup> kneaded unit **9**), is molded into the shape of the cross section of the through-holes **2** and extruded forward, as seen in the drawing, through

the through-holes **2**.

[0023] Meanwhile, the slit-shaped spaces **3** formed by the outer walls **7** of the through-holes **2** and the mandrel **4** shown by the solid line in Fig. 2 are filled with the kneaded unit for compositing by supplying the kneaded unit for compositing (2<sup>nd</sup> kneaded unit **10**) into the outer circumferential part of the composite die **1**, and it is extruded forward, as seen in the drawing, as it is molded into the cross-sectional shapes of the slit-shaped spaces **3**. The thin outer walls **7** partitioning the through-holes **2** and the slit-shaped spaces **3** are removed after the kneaded units pass through the composite die to become the composite shown in Fig. 1. Moreover, in order to obtain a rotor for a magnet-embedded synchronous motor from the composite, it is necessary to form a hole **5** for a magnet into which a magnet is inserted and a shaft hole **6** in the center for a shaft, which is used in combination with the mandrel **4** shown by the wavy line in Fig. 2.

[0024] Figure 3 shows a specific example of the extrusion molding device for a metal powder composite material of the present invention in which the aforementioned composite die **1** shown in Fig. 2 is installed.

The 1<sup>st</sup> extruder **11** in Fig. 3 is a device for extruding the 1<sup>st</sup> kneaded unit by using a cylinder **12** and a screw **13**. The 1<sup>st</sup> kneaded unit **9** is introduced into the through-hole **2** of the composite die **1** by way of a 1<sup>st</sup> introduction path **14**. The 2<sup>nd</sup> extruder **15** is the device for extruding the 2<sup>nd</sup> kneaded unit **10** by using the cylinder **12** and screw **13**. The 2<sup>nd</sup> kneaded unit **10** is introduced into the slit-shaped space **3** of the composite

die **1** from the outer circumferential part of the composite die **1** by way of the 2<sup>nd</sup> introduction path **16** formed on the outer circumferential part of the 1<sup>st</sup> introduction path. As shown in Fig. 3, the mandrel **4** extending as far as the extrusion port **17** of the extrusion molding device is combined with the composite die **1** to enable formation of the hole **5** for a magnet and shaft hole **6** in the center for a shaft. The composite is molded as mentioned above using the composite die **1**, after which it is crimped using the crimping die **18** having a smaller opening diameter than the composite die **1** provided in extrusion port **17** positioned on the downstream side of the composite die **1**, and the molding step is completed.

[0025] Specifically, extrusion molding was performed by using a Permalloypowder according to the criteria of JIS PC, which is a ferromagnetic, as the metal powder used for the 1<sup>st</sup> kneaded unit, and using a nonmagnetic austenite powder according to the criteria of JIS SUS305 as the 2<sup>nd</sup> kneaded unit, and using the device in Fig. 3. The opening diameter **D1** of the die shown in Fig. 1, that is, the diameter of the circumscribed circle of the through-holes formed in the composite die **1** was set to 26 mm and the opening diameter **D2** of the introduction path **14** was set to 20 mm. After the obtained molding was degreased, a composite sintered compact with a relative density of 96% and whose 4-layer nonmagnetic region extended from the outer circumferential part to the interior could be obtained shown in Figure 1 could be obtained upon sintering in a hydrogen atmosphere at 1,220°C.



[0026] (Practical Example 2)

Figure 5 is a drawing showing an example of the shape of the composite die **1** composing the principle part of the extrusion molding device for the metal powder composite material of the present invention shown in Fig. 4 for obtaining a rotor core-shaped sintered compact of a reactance-type synchronous motor. Figure 5(a) is a side view of the composite die **1** and (b) is an A-A cross section of the composite die **1**. As explained in Fig. 5(b), the kneaded unit (1<sup>st</sup> kneaded unit **9**) introduced from the rear, as seen in the drawing, is molded into the shape of the cross section of the through-holes **2** and is extruded forward, as seen in the drawing.

The through-holes **2** are composed of the center through-hole **2a** having a stellated cross section and the outer circumferential part through-hole **2b**, with the kneaded unit being molded into the respective hole shapes.

[0027] By supplying the kneaded unit for compositing (2<sup>nd</sup> kneaded unit **10**) into the outer circumferential part of the composite die **1**, the linked arc-shaped slit-shaped spaces **3**, which are formed from the outer walls **7** of the through-holes **2** and are directed toward the convergent regions adjoining each other so that four convergent regions **8** are formed, are filled with the kneaded unit for compositing. Then as this is molded into the cross-sectional shapes of the slit-shaped spaces, it is extruded forward, as seen in the drawing. Then, as it passes through the composite die, it becomes the composite shown in Fig. 4 by removing the outer walls **7** partitioning the through-holes **2** and the slit-shaped spaces **3**. That is, by simultaneously extruding the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> kneaded units through the

composite die **1**, a composite with a laminate structure having an arc-shaped cross section required of rotor cores for reactance-type synchronous motor is formed. Moreover, in order to make the rotor core for a reactance-type synchronous motor from composite with the slit-shaped spaces shown in Fig. 4, it is necessary to form the shaft hole **6** in the center for a shaft, which was used in combination with the mandrel **4** shown by the wavy line in Fig. 2.

[0028] The extrusion molding device for a metal powder composite material used in a rotor core of the reactance-type synchronous motor shown in Fig. 5 was constituted in place of the composite die **1** shown in Fig. 5 merely by using the mandrel **4** in shaft hole **6** in the center of the extrusion molding device for the metal powder composite material shown in Fig. 3 of Practical Example 1. Specifically, extrusion molding was performed by Permalloy powder according to the criteria of JIS PC, which is a ferromagnetic as the metal powder used for the 1<sup>st</sup> kneaded unit, and using a nonmagnetic austenite powder according to the criteria of JIS SUS305 as the 2<sup>nd</sup> kneaded unit. The opening diameter **D1** of the die shown in Fig. 1, that is, the diameter of the circumscribed circle of the through-holes formed in the composite die **1** was set to 26 mm, the opening diameter **D2** of the introduction path **14** was set to 20 mm, and the thickness **d** of the laminated part was set to 1 mm. After the obtained molding was degreased, a composite sintered compact with a density of 95% and shown in Fig. 4 could be obtained upon sintering in a hydrogen atmosphere at 1,220°C.

[0029] [Advantage of the Invention]

According to the present invention, it is possible to obtain a component having a lamellar or radial heterogeneous metal or alloy extended from the outer circumferential part to the interior, for example, having a complicated cross-sectional shape using a combination of composite materials and continuously perpendicular to the cross section of this composite region from a metal powder composite sintered compact by way of a simple extrusion molding process. Therefore, it is possible to obtain various tools for which a hard layer needed to be formed deeply in the surface, and electromagnetic materials for rotors of synchronous motors and /6 the like for which a magnetically or electrically complicated composite is demanded. Consequently, this is industrially more effective than a technique in which separate components are premanufactured and then assembled mechanically, as in the past, because the number of components and the number of man-hours for manufacturing can be reduced.

[Brief Explanation of the Drawings]

[Figure 1] A drawing showing an example of the shape of the metal powder composite sintered component of the present invention.

[Figure 2] A drawing showing an example of a composite die that is a principle part of the metal powder composite extrusion molding device of the present invention.

[Figure 3] A drawing showing an example of the metal powder composite extrusion molding device of the present invention.

[Figure 4] A drawing showing another example of a shape of the metal powder composite sintered component of the present invention.



[Figure 5] A drawing showing another example of a composite die that is a principle part of the metal powder composite extrusion molding device of the present invention.

[Figure 6] A drawing for explaining a configuration of a rotor core of a magnet-embedded type synchronous motor.

[Figure 7] A drawing for explaining a configuration of a rotor core of a reactance-type synchronous motor.

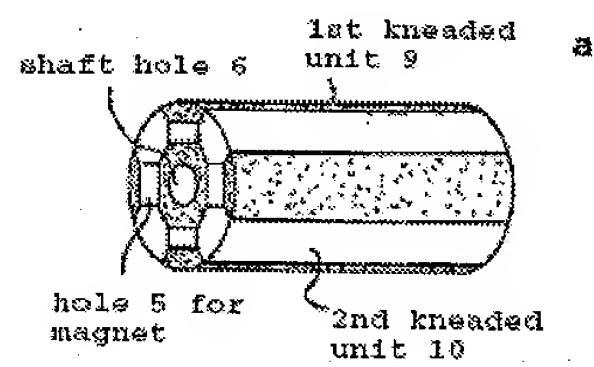
[Figure 8] A drawing showing another example of a shape of the metal powder sintered component of the present invention.

[Figure 9] A drawing showing another example of a metal powder sintered component of the present invention.

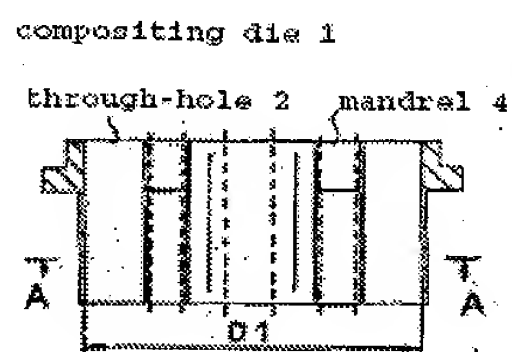
[Explanation of the Codes]

1: composite die; 2: through-hole; 3: slit-shaped space; 4: mandrel;  
5: hole for magnet; 6: shaft hole; 7: outer wall; 8: convergent region;  
9: 1st kneaded unit; 10: 2<sup>nd</sup> kneaded unit; 11: 1<sup>st</sup> extruder; 12: cylinder;  
13: screw; 14: 1<sup>st</sup> introduction path; 15: 2<sup>nd</sup> extruder; 16: 2<sup>nd</sup> introduction  
path; 17: extrusion port; 18: crimping die; 19: magnetic substance; 20:  
nonmagnetic substance; 12: permanent magnet

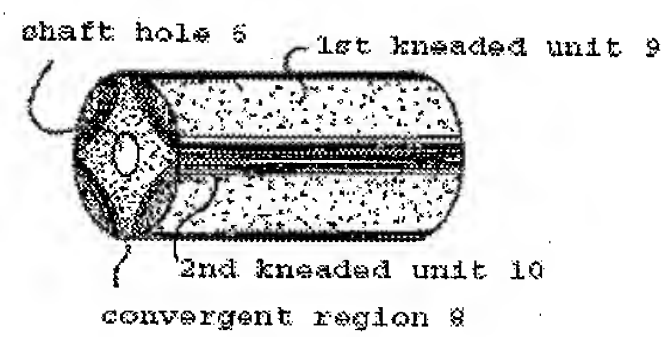
[Figure 1]



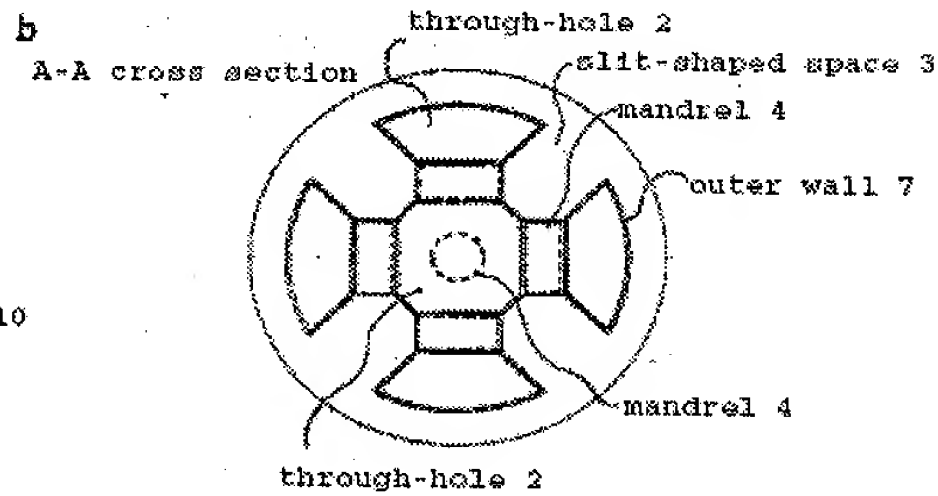
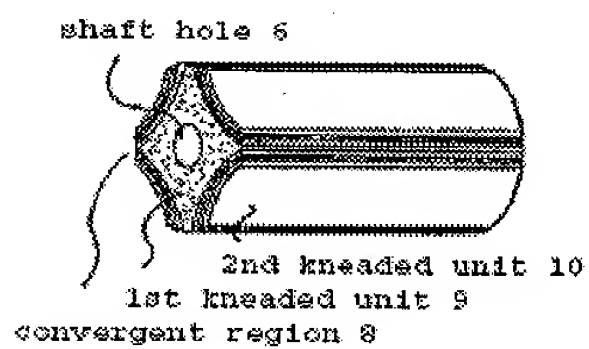
[Figure 2]



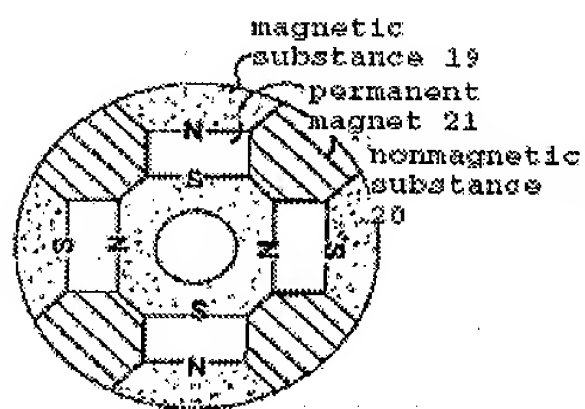
[Figure 4]



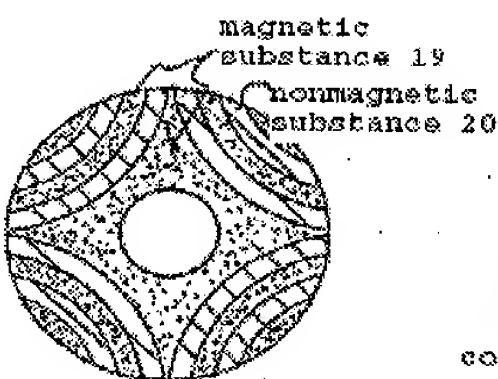
[Figure 9]



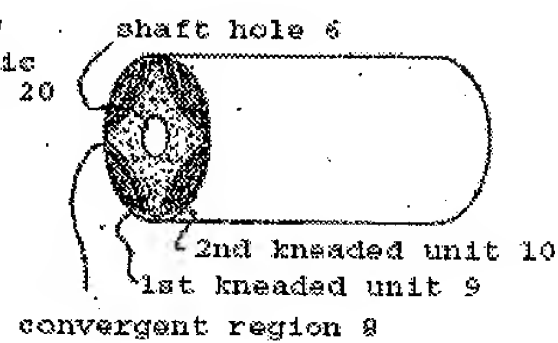
[Figure 6]



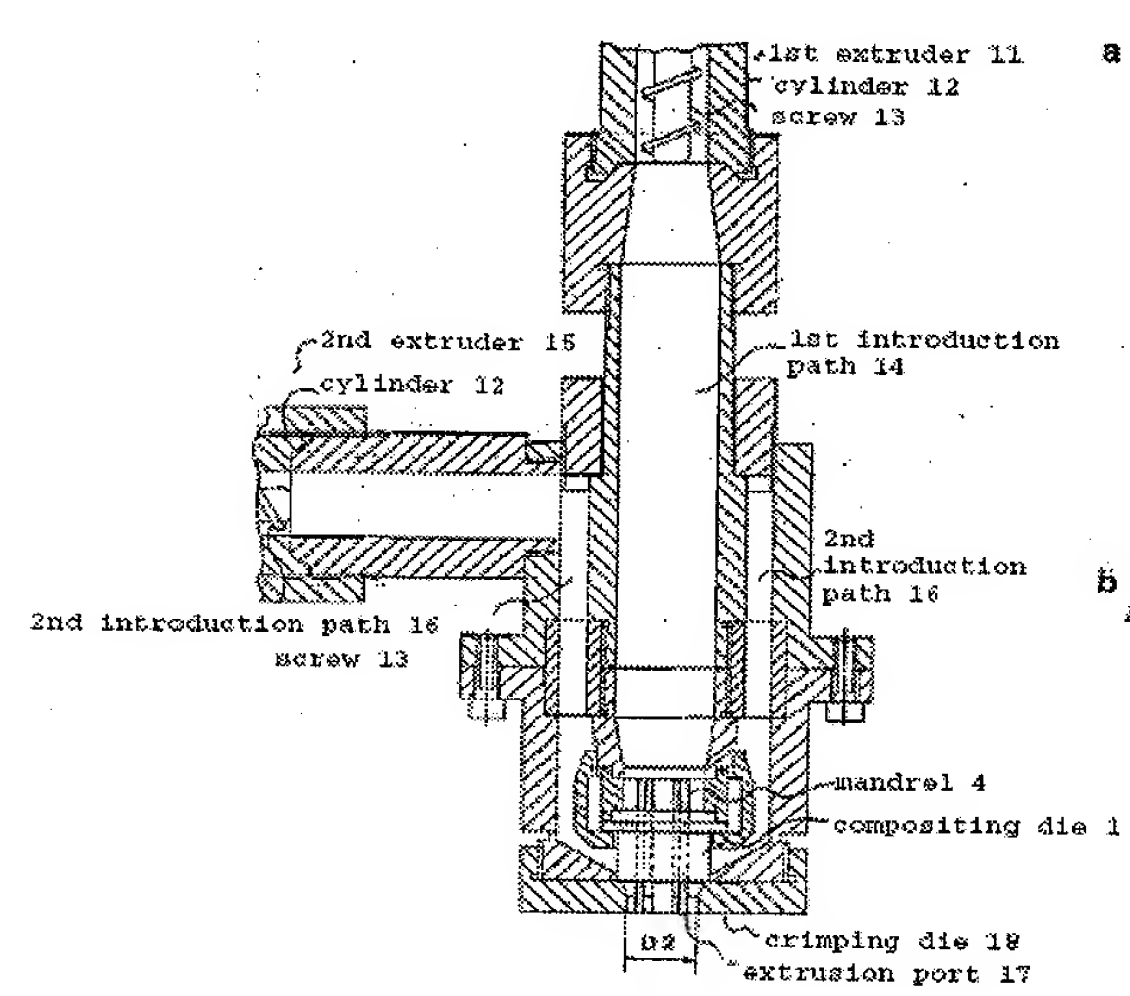
[Figure 7]



[Figure 8]



[Figure 3]



[Figure 5]

